

ATRIBUTOS ORGANOLÉPTICOS DE 22 CLONES DE CAFÉ ROBUSTA NATURALES DE LA PROVINCIA LOS RÍOS, ECUADOR

¹Luis Alberto Duicela Guambi, ²Rey Gastón Loor Solórzano y ³Luis Fernando Plaza
Avellán

¹ Docente investigador de Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí

² Coordinador Nacional del Programa de Investigación en Cacao y Café del INIAP

³ Investigador del Programa de Café del INIAP

Correo de contacto: lduicela@gmail.com

Resumen

El Ecuador atraviesa una crisis de producción, pues no se logra abastecer la demanda de la industria de café soluble y de los exportadores en grano. Se reconoce que el país no está en condiciones de competir con otros países por volúmenes, sin embargo, existe la posibilidad de competir en los mercados diferenciados con cafés de alta calidad organoléptica. El presente estudio tuvo el objetivo de valorar la potencialidad organoléptica para la producción de cafés finos de 22 clones de robusta, cultivados en Los Ríos, identificados como promisorios por su desempeño productivo, y preparados mediante el beneficio por vía seca. La catación se realizó en base a la norma SCAA, con un panel de catadores evaluándose 10 atributos organolépticos, en el laboratorio de calidad de la Estación Pichilingue. Los resultados permitieron determinar que se destaca con calificaciones sensoriales > 80 puntos SCAA, el grupo de clones siguiente: NP-4024-A4, NP-3018-A19, Nestlé 2 y LE A1, COF-03-A15. Esto significa que existen clones con significativa potencialidad ($p < 0,05$) para producir cafés especiales. Los genotipos selectos de café robusta pueden usarse en la reactivación de la caficultura, orientando la producción hacia los mercados de cafés finos.

Palabras clave: Evaluación sensorial, calidad organoléptica, café especial, mercado de nichos. cafés finos.

Introducción

La caficultura ecuatoriana atraviesa una situación de crisis de producción y precios. En el año 2019, la superficie cosechada se estimó en 56,829 hectáreas y una producción de 350.951 quintales, que equivale a 15.968 toneladas de café en grano, 53,3% corresponde a la especie arábica y 46,7% al café robusta, según indica la Asociación Nacional de Exportadores de Café (ANECAFE, 2020).

En la tabla 1, se expone la referida estimación de la producción del 2019, proyectándose para el 2020, una producción similar. Cabe indicar que la demanda nacional alcanza los 2 millones de quintales, por lo tanto, se determina que el déficit de café en grano bordea el millón y medio de quintales, principalmente de la especie robusta, que es requerida por la industria de café soluble. Se reconoce que el Ecuador no está en condiciones de competir con los otros países productores de café de Latinoamérica por volúmenes, sin embargo, se ha evidenciado que existe la posibilidad de cierta de competir c, tanto en los cafés arábicos como robustas, que se cultivan en una amplia diversidad de climas y suelos, de las cuatro regiones geográficas del Ecuador.

Tabla 1. Estimación de la producción nacional de café, en 2019.

| Variedad | Superficie (ha) | Producción (quintales) | Producción (sacos de 60 kg) | Producción (toneladas) |
|--------------|-----------------|------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Café Arábigo | 32.096 | 186.761 | 141.190 | 8.498 |
| Café Robusta | 24.733 | 164.190 | 124.127 | 7.471 |
| Nacional | 56.829 | 350.951 | 265.317 | 15.968 |

Fuente: ANECAFE (2019).

Los impactos de la baja producción se expresan en la pérdida de la competitividad del sector cafetalero, la salida de divisas por las importaciones de grano para la industria, la reducción de las exportaciones, por consiguiente, no hay ingresos de divisas, así como el agravamiento de las economías familiares, la migración, la deserción escolar y el agudizamiento de las condiciones de pobreza de los caficultores. Una manifestación de la crisis es la reducción del ingreso de divisas: en 2012 fue \$198 millones y en 2019 fue

\$77,8 millones, donde a café robusta solo correspondía \$1,44 millones (ANECAFE, 2020).

La caficultura en el Ecuador mantiene su importancia en los órdenes económico, social y ambiental (Ponce *et al.*, 2018, p. 308). En lo económico se destaca la contribución al ingreso familiar y a la generación de divisas; en lo social, los productores conforman un amplio tejido multisectorial, en 23 de las 24 provincias del país; y en lo ambiental, los cafetales se manejan en sistemas agroforestales que aportan significativos beneficios a la conservación de los recursos naturales. El café robusta tiene relevante importancia para la industria de café soluble y un segmento emergente de cafés finos (Duicela *et al.*, 2018, p. 239).

En el café robusta se distinguen tres grupos: Congolensis, Conilón y Guinensis (Leroy *et al.*, 2014, p. 186). El robusta tipo Congolensis fue introducido al Ecuador en 1951, donde actualmente evidencia una alta diversidad entre y dentro de clones (Loor *et al.*, 2017, p. 2). No se reporta cultivo de café tipo Guinensis en América latina. Los cafés robustas en grano, en el mundo, se comercializan como lavados y naturales, dependiendo del método de beneficio, definido como el proceso de transformación del café cereza a grano. El mayor volumen que se negocia en el mercado mundial corresponde a los cafés naturales, usados en alta proporción en la elaboración de cafés instantáneos. El café natural es el producto resultante del beneficio por vía seca que consiste en la deshidratación de las cerezas con todas sus envolturas hasta alcanzar 10-13% de humedad del grano. Los frutos deshidratados llamados café “bola seca”, se descascaran en una piladora para obtener el café en grano “natural (Duicela *et al.*, 2018, p. 249). Otra categorización del café robusta, en el mercado, se relaciona con cafés convencionales y especiales. Los cafés convencionales son los robustas naturales brasileños y de otros orígenes que dan énfasis en la oferta de altos volúmenes y en el cumplimiento de las normativas nacionales de características físicas del grano, pero dan poca importancia a los atributos de taza. Los cafés especiales son los productos diferenciados por origen, tecnología de producción, proceso poscosecha y, además, tienen una valoración sensorial ≥ 80 puntos, en promedio, otorgado por un panel de catadores acreditados por el Instituto de la Calidad del Café (Quality Coffee Institute: CQI, siglas en inglés), en base al protocolo de la Asociación de Cafés Especiales de América (Specialty Coffee Association of América:

SCAA, siglas en inglés). Según informa Comunicaffe International (2017), a partir de enero de 2017, se conformó oficialmente la Asociación de Cafés Especiales (SCA), en base de la unión de la Specialty Coffee Association of América (fundada en 1982) y la Specialty Coffee Association of Europe (establecida en 1998). La SCA (2020) se conformó con el propósito de fomentar una comunidad cafetalera mundial para hacer del café de especialidad una actividad próspera, equitativa y sostenible para toda la cadena de valor.

En base a los antecedentes mencionados, se realizó un estudio con el objetivo de valorar la potencialidad organoléptica para la producción de cafés finos de 22 clones de robusta, cultivados en Los Ríos e identificados como promisorios por su desempeño productivo.

La hipótesis de investigación se expresó como una pregunta: ¿Existen clones de café robusta, en Pichilingue, con significativa potencialidad para producir cafés especiales?

Metodología

3.1 Localización del estudio

Las muestras de café robusta fueron tomadas en el ensayo de adaptación de 22 clones de café robusta, localizado en Estación Experimental Tropical Pichilingue (EEPT-INIAP), en Quevedo (Ecuador), a una altitud de 75 msnm, Latitud 667488 UTM y Longitud 9881369 UTM, correspondiente a la cosecha del 2019.

Preparación de las muestras

Cada muestra estuvo inicialmente conformada de 1,50 kg de café cereza que al prepararse por vía seca permitió obtener alrededor de 300 g de café en grano. Las muestras de café, al 12% de humedad, se conservaron en el laboratorio de Calidad de Cacao y Café de la EETP-INIAP, hasta el momento de su análisis sensorial, realizado en febrero 10 y 11 de 2020.

En la Figura 1, se expone el diagrama del proceso de beneficio por la vía seca, que da como producto el café natural. La preparación de los cafés robustas se puede dividir en dos procesos: café corriente y café diferenciado, que si tiene un puntaje sensorial >80 puntos, aplicando los estándares de la Asociación de Cafés Especiales, se denomina café especial. Este proceso inicia con la cosecha de café maduro, clasificación, boyado,

cuidadoso secado con todas las envolturas hasta alcanzar del 10,0 al 12,5% de humedad del grano y la pilada en equipos especializados (piladoras), para obtener el café verde.

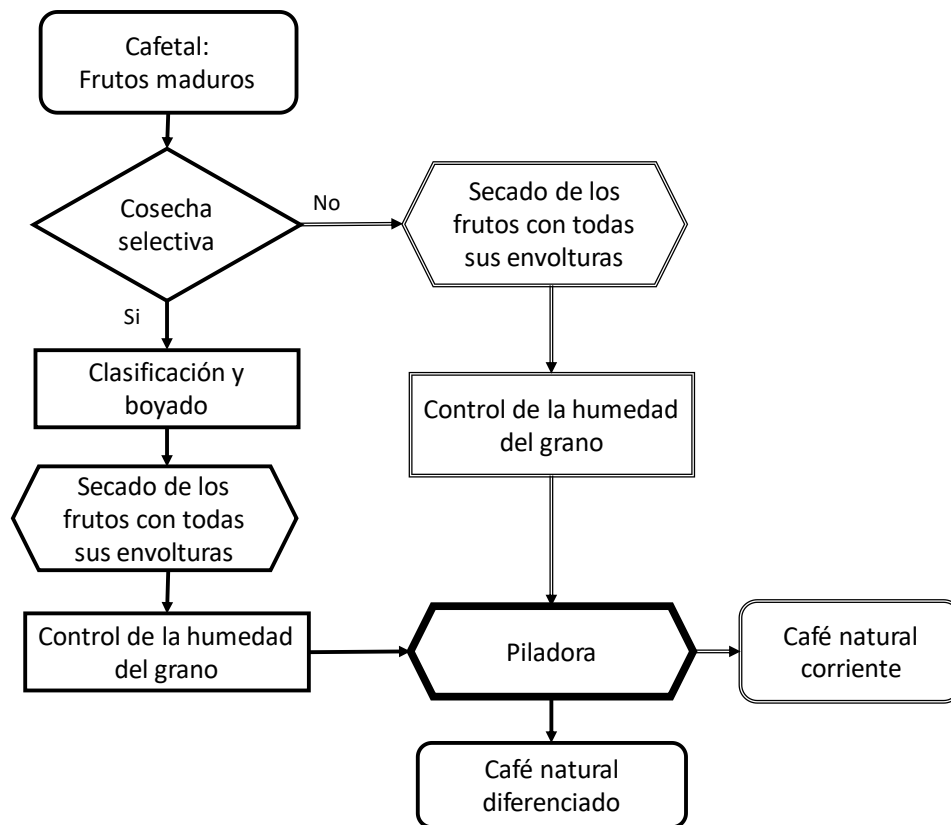


Figura 1. Diagrama del beneficio por la vía seca

Las muestras de café en grano, trilladas y clasificadas, fueron tostadas y molidas, según el protocolo SCAA (2009). El tostado se realizó en una tostadora experimental. El color del tueste fue entre medio y medio oscuro, lo cual tomó un tiempo de 11 a 13 minutos (la norma indica 9-14 minutos), a una temperatura de 190°C a 210°C. Las muestras tostadas fueron enfriadas y guardadas en fundas de liencillo, dejando en reposo 8-12 horas antes de la molienda. El café tostado se pesó individualmente a razón de 8,75 g por taza de 150 mL. La molienda se realizó en un molino eléctrico experimental, 15 minutos antes de la preparación de la infusión, colocándose, luego, tapas a cada taza para mantener su fragancia y aroma.

El tamaño de las partículas de la molienda fue de grado medio. Entre muestras se muele una pequeña cantidad (± 10 g) de la nueva muestra para limpiar el molino y evitar residuos de la muestra previa. Para preparar la infusión se añadió, a las tazas con café molido,

agua limpia y sin olor, calentada hasta 93°C, dejando en reposo durante cuatro (4) minutos.

3.2 Genotipos

Se realizó un análisis sensorial a 22 genotipos de café robusta: COF-OO1-A2, COF-OO3-A15, COF-OO3-A2, COF-OO3-A7, COF-OO4-A15, COF-OO4-A7, COF-OO5-A16, LB-A10, LB-A11, LE-A1, LE-A7, LF-A7, LI-A13, LQ-A3, LT-A2, Nestlé 1, Nestlé 2, NP-2024, NP-2024-A10, NP-3013, NP-3018-A19 y NP-4024-A4.

3.3 Proceso de catación

El proceso de catación consta de cinco etapas basada en una estructura sistemática, donde se registraron los 10 atributos organolépticos, en formatos específicos (SCAA, 2009):

Etapas 1. Evaluación de la fragancia y aroma: en las cinco tazas de la muestra, en un primer momento, se evaluó la fragancia, levantando la tapa de cada taza (impresión olfativa en seco), luego se añadió el agua caliente, dejando en reposo de 3-5 minutos y se valoró el aroma.

Etapas 2. Evaluación del gusto, regusto, equilibrio sal/acidez y equilibrio amargo/dulce y cuerpo: Cuando las muestras alcanzaron 70°C (8-10 minutos), se evaluaron y calificaron los sabores.

Etapas 3. Evaluación del balance, uniformidad y limpidez: A medida que se enfrió el café y alcanza la temperatura ambiente, se evaluaron estos atributos.

Etapas 4. Puntaje de catador: La evaluación sensorial concluyó cuando las tazas alcanzaron $\pm 16^\circ\text{C}$ y cada catador dio una valoración combinada de todos los atributos.

Etapas 5. Evaluación sensorial: La calificación sensorial es la suma de los puntajes parciales, ajustado con la resta de dos puntos/taza cuando hay defectos secundarios y cuatro puntos/taza si hubiera defectos capitales. En el presente estudio no se encontraron defectos de taza.

3.4 Variables organolépticas

Los 10 atributos organolépticos del café robusta, evaluados según la norma SCAA (2009), se describen en la Tabla 2.

Tabla 2. Descripción de los atributos sensoriales evaluados en café robusta.

| Atributos sensoriales | Descripción |
|-----------------------------|--|
| Fragancia /aroma | La fragancia se evalúa sobre base seca (tostado-molido) y el aroma sobre base húmeda (con adición de agua a 93°C) en las cantidades específicas para catación. |
| Gusto | Es la impresión de las sensaciones gustativas y de los aromas que se percibe de la boca a la nariz, donde suelen encontrarse notas a frutas, nueces, especias y dulces. |
| Regusto | Se define como las cualidades positivas del sabor que emanan de la parte posterior de la lengua y permanecen en la boca, después que se expectora el café. |
| Equilibrio sal/acidez | Es el relativo equilibrio entre las sensaciones saladas a causa de los niveles de potasio y los niveles de los ácidos orgánicos como cítrico. |
| Equilibrio amargo/dulce | Se refiere a la sensación de un sabor combinado entre dulce y amargo. El dulce se deriva del ácido clorogénico y de los azúcares. El amargo surge por los niveles de potasio y cafeína. Los cafés robustas finos tienen un sabor más dulce que amargo. |
| Sensación en la boca | Al momento de sorber, por la estimulación de los vapores, queda una sensación táctil en la boca que se valora en distinto grado. |
| Uniformidad de la taza | Se refiere al gusto invariable entre las distintas tazas de una misma muestra (cinco tazas). La variación entre tazas de una muestra indica que no hay uniformidad. |
| Equilibrio de la taza | El conjunto de atributos de la bebida debe tener suficiente complejidad, pero ninguna característica debe opacar a las demás. |
| Limpieza | Es la transparencia de la taza, ausencia de impresiones negativas que interfieren desde la primera ingestión hasta el regusto. Indica que no hay contaminación con sabores extraños al café. |
| Puntaje general del catador | El catador realiza una valoración global de la calidad de la taza, según su particular criterio. |

| | |
|------------------------|--|
| Calificación sensorial | Es la suma de las 10 calificaciones parciales en la escala 1-10, por tanto, la evaluación sensorial es sobre 100 puntos. El defecto de taza es un gusto negativo que le afecta a la calidad. Si se encuentran defectos secundarios se restan dos puntos por cada taza defectuosa y si hay defectos primarios se restan cuatro puntos por cada taza defectuosa. |
|------------------------|--|

Fuente: SCAA (2009)

3.3 Panel de catación

El panel de catación estuvo conformado por cuatro catadores, tres de ellos acreditados por el CQI y una catadora en formación del INIAP. La calificación sensorial tiene una estructura sistemática, donde se registraron 10 atributos organolépticos, de conformidad con el protocolo de la SCAA, sistematizado por Royal Coffee (2018). En marzo 12 de 2020, como respuesta al COVID-19, el protocolo fue modificado (SCA, 2020), en lo pertinente a bioseguridad.

3.4 Análisis estadístico

Para los análisis estadísticos se consideró cada clon como tratamiento (22 clones) y los cuatro catadores como repeticiones, por tanto: $n = 88$. Se realizó en análisis de confiabilidad de los datos ordinales mediante el cálculo del coeficiente Alfa de Cronbach, con el método de dos mitades, conformándose dos conjuntos de variables, el grupo 1: FAARO, GUS, REGU, ESACID y EAMDUL, y el grupo 2: SENBO, UNI, EQUIL, LIM y PCAT.

En el análisis estadístico de los datos se usaron los programas: INFOSTAT (2008), SPSS v 22 (IBM, 2013) y Excel. En el análisis descriptivo se calculó $\bar{X} \pm S_x$, así como los valores máximos, mínimos, rangos y desviación estándar. Los atributos organolépticos fueron analizados con las herramientas de la estadística descriptiva, el análisis de varianza basado en el diseño de bloques al azar, con el supuesto de que habría variación entre catadores, el análisis de correlación Momento producto de Pearson, el análisis de conglomerados jerárquicos (ACJ) para valorar la similitud entre clones y la elaboración de la gráfica radial para describir los perfiles sensoriales.

Resultados y discusión

El análisis de confiabilidad, usando la prueba Alfa de Cronbach, considerando el método de dos mitades, para $n = 88$, permitió determinar un coeficiente α de Cronbach $\alpha = 0,871$

para el grupo 1 (FAARO, GUS, REGU, ESACID y EAMDUL) y $\alpha = 0,733$ para el grupo 2 (SENBO, UNI, EQUIL, LIM y PCAT), lo que significa una adecuada confiabilidad en los datos ordinales correspondientes a las calificaciones de los 10 atributos organolépticos de los clones de café robusta, procedentes de Pichilingue, Los Ríos.

El análisis descriptivo evidenció una alta diferenciación en atributos sensoriales entre los 22 clones de café robusta evaluados (Tabla 3), donde siete de los 22 clones (32%), mostraron puntajes sensoriales ≥ 80 puntos SCAA. En la Figura 2, se aprecia que los clones: LE-A1, COF-03-A15, Nestlé 2, NP-3018-A19, COF-05-A16, NP-4024-A4 y LE-A7 tienen potencial catalogarse como cafés especiales. El clon LE-A7 con una media = $80,69 \pm 0,72$ puntos SCAA lo coloca en situación de menor confianza, considerando, además, que el rango $R_n = 3,0$ y la desviación estándar $S = 1,43$ puntos, que equivale a la cuarta con mayor variabilidad. En la primera columna se expone la producción de café oro (gramos/planta), promedio de cuatro años de cosecha, en la perspectiva de valorar la relación entre producción y calificación sensorial, en forma simultánea. El clon de mayor producción, con un promedio de 1.899 g/planta y un puntaje sensorial de $79,44 \pm 0,74$ puntos SCAA fue LB-A10. La media general de los 22 clones fue 79,03 puntos, valor cercano al reportado por Zambrano *et al.* (2018, p. 601), de 80,68 puntos, en la evaluación sensorial de otro grupo de clones de café robusta, en Quevedo, Ecuador. Estos resultados similares podrían explicarse por cuanto el origen genético de los clones son del tipo Congolensis, que fueron introducidos a Pichilingue y luego distribuidos a las zonas tropicales húmedas del Ecuador.

Tabla 3. Producción de café oro en g/planta (PGP) y estadísticos de la evaluación sensorial: Media (\bar{Y}), Error estándar (EE) y valores máximos (Max), mínimos (Min), rangos (R_n) y desviaciones estándar (S) de 22 clones de café robusta.

| Clones | PGP | Estadísticos de la calificación sensorial | | | | | |
|--------------|-------------|---|------------|-------|-------|-------|------|
| | | \bar{Y} | \pm EE | Max | Min | R_n | S |
| LE-A1 | 1689 | 83,56 | $\pm 0,33$ | 84,25 | 83,00 | 1,25 | 0,66 |
| COF-03 A15 | 725 | 82,69 | $\pm 0,24$ | 83,00 | 82,00 | 1,00 | 0,47 |
| Nestlé 2 | 1430 | 82,19 | $\pm 0,19$ | 82,75 | 82,00 | 0,75 | 0,38 |

| | | | | | | | |
|---------------|-------------|-------|------------|-------|-------|------|------|
| NP-3018 A19 | 1156 | 81,63 | $\pm 0,24$ | 82,00 | 81,00 | 1,00 | 0,48 |
| COF-05 A16 | 799 | 81,31 | $\pm 0,45$ | 82,00 | 80,00 | 2,00 | 0,90 |
| NP-4024 A4 | 1580 | 80,88 | $\pm 0,13$ | 81,00 | 80,50 | 0,50 | 0,25 |
| LE-A7 | 1215 | 80,69 | $\pm 0,72$ | 82,00 | 79,00 | 3,00 | 1,43 |
| COF-01 A2 | 1051 | 79,63 | $\pm 0,30$ | 80,25 | 79,00 | 1,25 | 0,60 |
| Nestlé 1 | 1271 | 79,63 | $\pm 0,38$ | 80,50 | 79,00 | 1,50 | 0,75 |
| LT-A2 | 1402 | 79,56 | $\pm 0,37$ | 80,25 | 78,50 | 1,75 | 0,75 |
| LB-A10 | 1899 | 79,44 | $\pm 0,74$ | 81,00 | 77,50 | 3,50 | 1,48 |
| NP-2024 A10 | 979 | 79,31 | $\pm 0,51$ | 80,25 | 78,00 | 2,25 | 1,03 |
| LI-A13 | 881 | 78,81 | $\pm 0,45$ | 80,00 | 78,00 | 2,00 | 0,90 |
| NP-3013 | 939 | 78,13 | $\pm 0,36$ | 79,00 | 77,25 | 1,75 | 0,72 |
| NP-2024 | 826 | 77,94 | $\pm 0,44$ | 79,00 | 77,00 | 2,00 | 0,88 |
| LF-A7 | 939 | 77,63 | $\pm 0,55$ | 79,00 | 76,50 | 2,50 | 1,11 |
| COF-03 A2 | 1299 | 77,31 | $\pm 0,61$ | 78,00 | 75,50 | 2,50 | 1,21 |
| COF-04 A15 | 943 | 76,88 | $\pm 0,30$ | 77,25 | 76,00 | 1,25 | 0,60 |
| COF-03 A7 | 1371 | 76,13 | $\pm 0,39$ | 77,00 | 75,25 | 1,75 | 0,78 |
| LQ-A3 | 1105 | 75,56 | $\pm 0,91$ | 77,25 | 73,75 | 3,50 | 1,82 |
| LB-A11 | 1261 | 75,38 | $\pm 0,83$ | 77,00 | 73,50 | 3,50 | 1,65 |
| COF-04 A7 | 1271 | 74,44 | $\pm 0,40$ | 75,00 | 73,25 | 1,75 | 0,80 |
| Media general | 1183 | 79,03 | | 84,25 | 73,25 | | |

La selección de genotipos de alta productividad y calidad genera la oportunidad de propagarlos y establecer nuevos cafetales para aprovechar la oportunidad de incursionar con vigor en los mercados de nichos, aunque Muntaner (2019, p. 107) advierte que el sector agrario en general y el cafetalero en concreto, dependen de factores externos como: precios en el mercado internacional, cambio climático y bajo valor añadido, entre otros.

Los resultados de la catación por cada atributo organoléptico, se expone en la Tabla 4, observándose la uniformidad y limpieza de la taza obtuvieron las más altas puntuaciones (10/10).

Tabla 4. Medias de los atributos sensoriales de los 22 clones de cafés robustas: fragancia/aroma (FAARO), gusto (GUS), regusto (REGU), equilibrio sal/acidez (ESACID), equilibrio amargo/dulce (EAMDUL), sensación en la boca (SENBO), uniformidad (UNI), equilibrio (EQUIL), limpieza (LIM), puntaje de catador (PCAT) y calificación sensorial (EVSEN).

| Clones | FAARO | GUS | REGU | ESACID | EAMDUL | SENBO | UNI | EQUIL | LIM | PCAT | EVSEN |
|-------------|-------|------|------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| LE-A1 | 7,75 | 7,94 | 7,88 | 8,00 | 7,94 | 7,94 | 10,00 | 8,13 | 10,00 | 8,00 | 83,56 |
| COF-03 A15 | 7,56 | 7,81 | 7,88 | 7,75 | 7,88 | 7,94 | 10,00 | 7,88 | 10,00 | 8,00 | 82,69 |
| Nestlé 2 | 8,00 | 7,88 | 7,88 | 7,56 | 7,56 | 7,81 | 10,00 | 7,69 | 10,00 | 7,81 | 82,19 |
| NP-3018 A19 | 7,50 | 7,75 | 7,75 | 7,81 | 7,69 | 7,63 | 10,00 | 7,56 | 10,00 | 7,94 | 81,63 |
| COF-05 A16 | 7,63 | 7,50 | 7,63 | 7,63 | 7,63 | 7,88 | 10,00 | 7,69 | 10,00 | 7,75 | 81,31 |
| NP-4024 A4 | 7,44 | 7,63 | 7,75 | 7,63 | 7,50 | 7,63 | 10,00 | 7,63 | 10,00 | 7,69 | 80,88 |
| LE-A7 | 7,56 | 7,44 | 7,44 | 7,69 | 7,63 | 7,69 | 10,00 | 7,56 | 10,00 | 7,69 | 80,69 |
| COF-01 A2 | 7,25 | 7,50 | 7,44 | 7,38 | 7,50 | 7,63 | 10,00 | 7,44 | 10,00 | 7,50 | 79,63 |
| Nestlé 1 | 7,44 | 7,50 | 7,38 | 7,25 | 7,38 | 7,56 | 10,00 | 7,63 | 10,00 | 7,50 | 79,63 |
| LT-A2 | 7,50 | 7,44 | 7,38 | 7,56 | 7,50 | 7,56 | 10,00 | 7,31 | 10,00 | 7,31 | 79,56 |
| LB-A10 | 7,44 | 7,44 | 7,38 | 7,44 | 7,44 | 7,63 | 10,00 | 7,38 | 10,00 | 7,31 | 79,44 |
| NP-2024 A10 | 7,31 | 7,50 | 7,38 | 7,50 | 7,50 | 7,38 | 10,00 | 7,50 | 10,00 | 7,25 | 79,31 |
| LI-A13 | 7,25 | 7,31 | 7,19 | 7,50 | 7,44 | 7,44 | 10,00 | 7,38 | 10,00 | 7,31 | 78,81 |
| NP-3013 | 7,25 | 7,31 | 7,19 | 7,19 | 7,19 | 7,31 | 10,00 | 7,31 | 10,00 | 7,38 | 78,13 |
| NP-2024 | 7,25 | 7,19 | 7,13 | 7,19 | 7,19 | 7,38 | 10,00 | 7,19 | 10,00 | 7,44 | 77,94 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| LF-A7 | 7,19 | 7,19 | 7,00 | 7,19 | 7,31 | 7,31 | 10,00 | 7,19 | 10,00 | 7,25 | 77,63 |
| COF-03 A2 | 7,19 | 7,19 | 7,06 | 7,31 | 7,13 | 7,19 | 10,00 | 7,13 | 10,00 | 7,13 | 77,31 |
| COF-04 A15 | 7,19 | 7,00 | 7,06 | 7,06 | 7,06 | 7,25 | 10,00 | 7,19 | 10,00 | 7,06 | 76,88 |
| COF-03 A7 | 7,44 | 6,75 | 6,88 | 7,00 | 6,94 | 7,06 | 10,00 | 7,06 | 10,00 | 7,00 | 76,13 |
| LQ-A3 | 7,31 | 6,81 | 6,75 | 6,94 | 6,94 | 7,00 | 10,00 | 6,88 | 10,00 | 6,94 | 75,56 |
| LB-A11 | 7,25 | 6,94 | 6,88 | 7,00 | 6,75 | 6,88 | 10,00 | 6,94 | 10,00 | 6,75 | 75,38 |
| COF-04 A7 | 7,06 | 6,75 | 6,44 | 6,94 | 7,00 | 6,88 | 10,00 | 6,88 | 10,00 | 6,50 | 74,44 |
| Media | 7,40 | 7,35 | 7,30 | 7,39 | 7,37 | 7,45 | 10,00 | 7,39 | 10,00 | 7,39 | 79,03 |

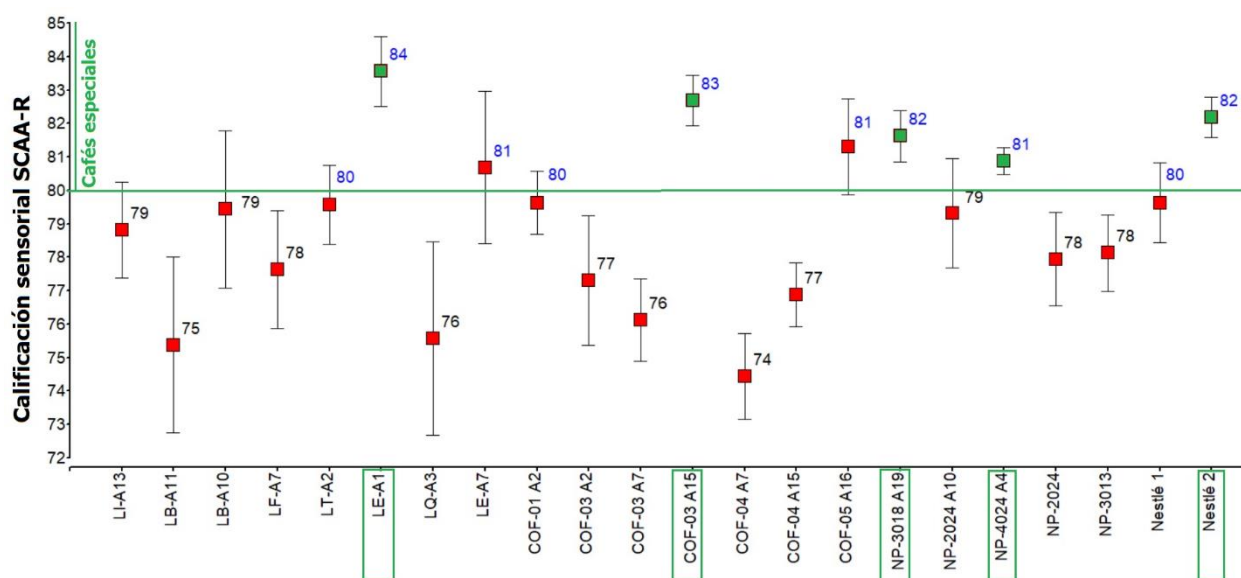


Figura 2. Potencialidad de los clones de café robusta para producir cafés especiales.

En la tabla 5 se observa que hubo diferencias estadísticas significativas entre clones (**), pero no hubo diferencias estadísticas entre catadores (NS), lo cual es un indicativo que los catadores realizaron valoraciones muy confiables, que se expresan en la reducida variación (0,1%). El 89,1% de la variación observada se atribuye al efecto genético (variación entre clones). No se aplicó la prueba de rangos de Tukey ($\alpha=0,05$), considerando que el propósito del análisis de varianza fue cuantificar la contribución de la variabilidad genética respecto de la variabilidad total observada.

Tabla 5. Análisis de varianza de las calificaciones sensoriales de 22 clones de café robusta, Pichilingue, 2020.

| Fuente de variación | GL | SC | CM | F _{calc.} | F _{0,05} | F _{0,01} | p | SE | Variación (%) |
|---------------------|-------|--------|-------|--------------------|-------------------|-------------------|---------|----|---------------|
| Clones | 21 | 519,05 | 24,72 | 24,78 | 1,73 | 2,16 | <0,0001 | ** | 89,1% |
| Catador | 3 | 0,45 | 0,15 | 0,15 | 2,75 | 4,11 | 0,92907 | NS | 0,1% |
| Error | 63 | 62,85 | 0,998 | | | | | | 10,8% |
| Total | 87 | 582,35 | | | | | | | 100,0% |
| CVE%= | 1,26 | | | | | | | | |
| Media= | 79,03 | | | | | | | | |

El análisis de correlaciones (r), permitió conocer las relaciones entre atributos organolépticos. La calificación sensorial (suma de los atributos) estaba correlacionada positivamente con ocho características organolépticas, coincidiendo con estudios similares realizados por Zambrano *et al.* (2018, p. 603) y Duicela *et al.* (2018, p. 249) siendo las de mayor importancia: PCAT (r=0,888**), EQUIL(r=0,859**), EAMDUL (r=0,839**), REG (r=0,845**) y GUS (r=0,893**). La uniformidad y la limpieza, que son características que fueron valoradas con los puntajes máximos, por no presentar variación se excluyeron de este análisis (Tabla 6).

Tabla 6. Correlaciones entre atributos: fragancia/aroma (FAARO), gusto (GUS), regusto (REGU), equilibrio sal/acidez (ESACID), equilibrio amargo/dulce (EAMDUL), sensación en la boca (SENBO), equilibrio (EQUIL) y puntaje de catador (PCAT), calificación sensorial (EVSEN) y Producción en gramos/planta (PGP).

| Atributos | FRAARO | GUS | REGU | ESACID | EAMDUL | SENBO | EQUIL | PCAT | EVSEN | PGP |
|-----------|--------|-----|------|--------|--------|-------|-------|------|-------|-----|
|-----------|--------|-----|------|--------|--------|-------|-------|------|-------|-----|

| | | | | | | | | | | |
|--------|---|---------|---------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|-----------|
| FRAARO | 1 | 0,718** | 0,781** | 0,682** | 0,655** | 0,748* | 0,735** | 0,733** | 0,787* | 0,332 NS |
| GUS | | 1 | 0,965** | 0,911** | 0,921** | 0,921* | 0,933** | 0,919** | 0,970* | 0,149 NS |
| REGU | | | 1 | 0,903** | 0,891** | 0,938* | 0,933** | 0,950** | 0,978* | 0,136 NS |
| ESACID | | | | 1 | 0,948** | 0,888* | 0,895** | 0,880** | 0,943* | 0,169 NS |
| EAMDUL | | | | | 1 | 0,944* | 0,928** | 0,899** | 0,955* | 0,056 NS |
| SENBO | | | | | | 1 | 0,936** | 0,939** | 0,971* | 0,077 NS |
| EQUIL | | | | | | | 1 | 0,917** | 0,966* | 0,112 NS |
| PCAT | | | | | | | | 1 | 0,964* | -0,006 NS |
| EVSEN | | | | | | | | | 1 | 0,123 NS |
| PGP | | | | | | | | | | 1 |

Nota: NS = no hay correlación, * = correlación significativa con 95% de confianza y ** = correlación significativa con 99% de confianza.

En la Figura 3, se expone el perfil sensorial de los clones con puntajes > 80 puntos: NP-4024 A4, NP-3018 A19, LE-A7, COF-05 A16, Nestlé 2, LE-A1 y COF-03 A15 y se compara con el clon COF 4-A7 que presentó el puntaje más bajo (74,44 puntos), muy distante de LE-A1 que tuvo la calificación sensorial más alta, de 83,56 puntos SCAA, que equivale a una diferencia de 9,12 puntos. En los Concursos “Taza Dorada” Robusta, un evento competitivo que se desarrolla anualmente desde el 2016, promovida por la ANECAFE, el puntaje más alto fue 85,63 correspondiente a un café amazónico (ANECAFE, 2020). En Brasil, Lima-Filho *et al.* (2013) en un experimento probando

distintas formas de procesamiento, en café natural, usando una escala de 0 a 10 (p. 1726) obtuvo una media general de 7,3 puntos (p. 1728).

La prueba de confiabilidad usando el coeficiente Alfa de Cronbach dieron los siguientes coeficientes: para la primera parte (AARO, GUS, REGU, ESACID, EAMDUL), $\alpha = 0,871$; y para la segunda parte (SENBO, UNI, EQUIL, LIM, PCAT), $\alpha = 0,733$. La Correlación cofenética para la matriz de datos fue = 0,66. Por lo tanto, se deduce que hay una significativa confiabilidad en la serie $n = 88$ datos por atributo sensorial (22 clones x 4 catadores).

El dendrograma de los 22 clones de café robusta en función de los 10 atributos sensoriales, resultante del ACJ, se expone en la Figura 4, donde se observa que los siete clones con puntuaciones sensoriales >80 puntos SCAA, conforman un grupo específico, ubicado en la parte superior: NP-4024 A4, NP-3018 A19, LE-A7, Nestlé 2, LE-A1, COF-03-A15 y COF-05-A16. En el dendrograma se puede observar que hay otros tres grupos de clones, con similitudes y disimilitudes, pero con puntajes < 80 puntos SCAA.

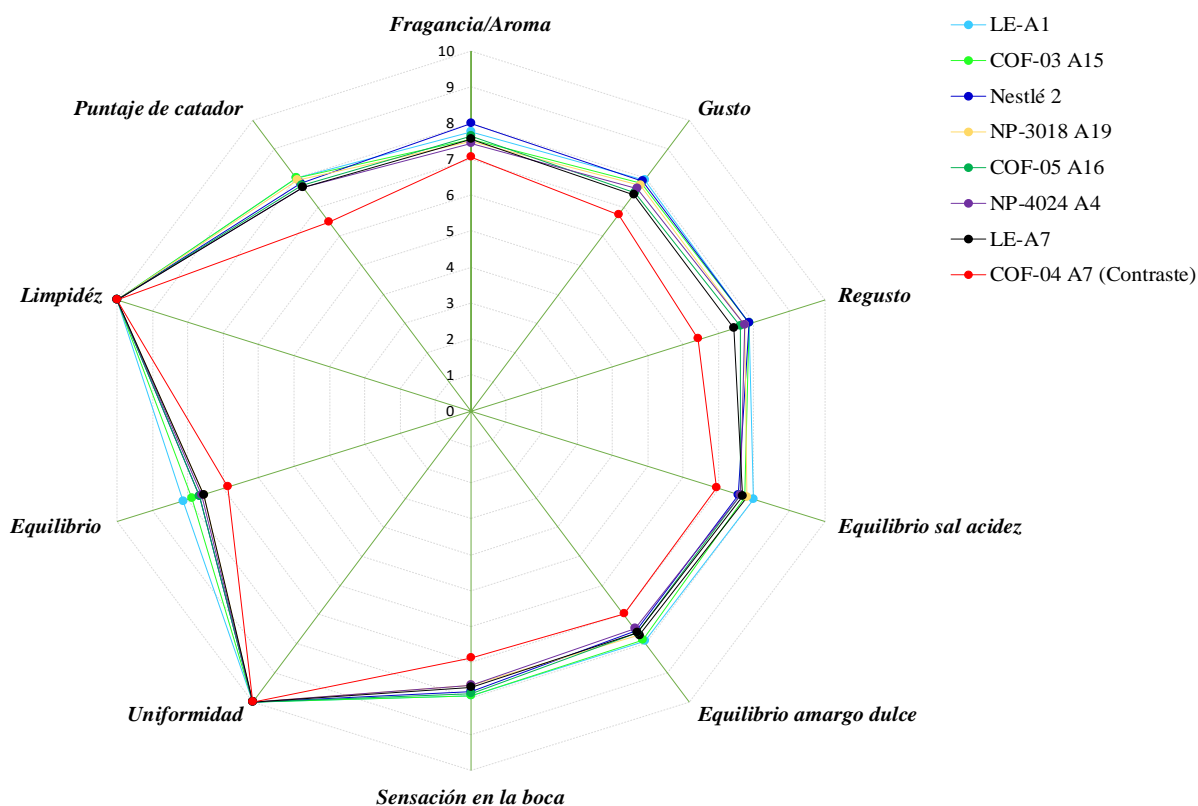


Figura 3. Perfiles sensoriales de los cafés con potencialidad de especiales.

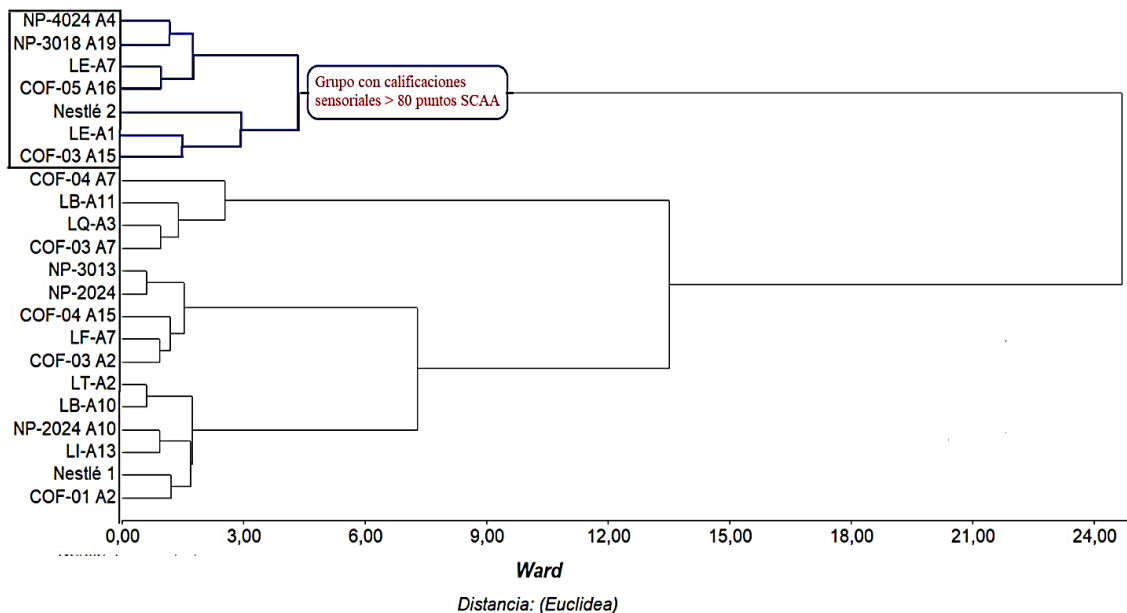


Figura 4. Similitud en atributos sensoriales entre clones de café robusta beneficiados por vía seca

Los resultados del estudio conllevan a afirmar que hay genotipos de café robusta, que además de reunir las características de alta productividad, poseen las cualidades de taza que los mercados de cafés especiales. Se reconoce que el Ecuador no puede competir con Brasil, Vietnam u otros, por volúmenes, pero posee el potencial para insertarse con éxito en los nichos de los cafés de especialidades (Muntaner-Ariza, 2019, p. 3). El estudio demostró, además, que es posible obtener altos estándares de calidad organoléptica en cafés naturales, coincidiendo con Lima-Filho *et al.* (2013, p. 1729) quienes, además, es un proceso menos costoso con respecto a los cafés lavados.

Conclusiones

Las conclusiones que se derivaron de la evidencia experimental fueron:

- En la Estación Pichilingue, provincia Los Ríos, sobresalen en atributos organolépticos, con calificaciones sensoriales > 80 puntos SCAA, el grupo de clones de café robusta siguiente: NP-4024-A4, NP-3018-A19, Nestlé 2 y LE A1, COF-03-A15.

- Si existen clones de café robusta, en Pichilingue, con significativa potencialidad ($p < 0,05$) para producir cafés especiales.
- Los genotipos selectos de café robusta pueden usarse en la reactivación de la caficultura, orientando la producción hacia los mercados de cafés finos.

Agradecimiento

Los autores agradecen a la Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ), al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí (ESPAM) por el apoyo técnico y financiero para la realización del presente estudio.

Bibliografía

- ANECAFE (Asociación Nacional de Exportadores de Café, EC). (21 de enero de 2020). Estadísticas. (ANECAFÉ, Ed.) Obtenido de www.anecafe.org.ec: <http://www.anecafe.org.ec/exportaciones> 2019
- Comunicaffé International. (9 de January de 2017). www.comunicaffe.com. Recuperado el 25 de Abril de 2020, de <https://www.comunicaffe.com/scae-and-scaa-unify-to-form-sca-the-new-specialty-coffee-association/>
- Duicela, L., Andrade, J., Farfán, D. y Velásquez, S. (2018). Calidad organoléptica, métodos de beneficio y cultivares de café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) en la amazonía del Ecuador. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19 (2), 240-253.
- IBM. (2013). *Guía breve de IBM SPSS Statistics 22*. Chicago, USA: IBM.
- INFOSTAT. (2008). *Infostat: Software estadístico. Manual del Usuario (Primera ed.)*. (Universidad de Córdoba, Ed.) Córdoba, Argentina: Brujas.
- Leroy, T., De Bellis, F., Legnate, H., Musoli, P., Kalonji, A., Loor, R. y Cubry, P. (2014). Developing core collections to optimize the management and the exploitation of diversity of the coffee *canephora*. *Genética*, 142 (3), 185-199.
- Lima-Filho, T., Della-Lucia, S. M., Henriques-Saraiba, S. y Sartori, M. A. (2013). *Composição físico-química e qualidade sensorial de café conilon produzido no*

- Estado do Espírito Santo e submetido a diferentes formas de processamento. *Ciencias Agrarias*, 34 (4), 1723-1730. doi:10.5433/1679-0359.2013v34n4p1723
- Loor, R., De Bellis, T., Leroy, T., Plaza, L., Guerrero, H. y López, D. (2017). Revealing the diversity of introduced *Coffea canephora* germplasm in Ecuador: Towards a national strategy to improve robusta. *The Scientific World Journal.*, 1-12.
- MAG (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca). (2016). Rendimientos de café grano seco en el Ecuador. MAGAP, Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información, Coordinación General del Sistema de Información Nacional, Quito, Ecuador.
- Muntaner-Ariza, S.P. (2019). Análisis de la situación de la industria cafetalera ecuatoriana. Propuesta de un modelo de indicadores de sostenibilidad. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado el 25 de Abril de 2020
- OIC. (2020). Word Coffee statistics. London: Organización Internacional del Café. Recuperado el 13 de Marzo de 2020, de http://www.ico.org/ES/trade_statistics.asp
- Ponce, L., Orellana, K., Acuña, I., Alfonso, J. y Fuentes, T. (2018). Situación de la caficultura ecuatoriana: perspectivas. *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 15 (1), 307-325.
- Royal Coffee. (7 de Agosto de 2018). Procedimientos y Protocolos de Catación. Guía. Recuperado el 25 de Abril de 2020, de <https://royalcoffee.com/procedimientos-y-protocolos-de-la-catacion/>
- SCAA (Specialty Coffee Association of America). (12 de marzo de 2020). Protocolo Modificado de Taceo SCA. Protocolo, 1. (SCAA, Ed.) Recuperado el 25 de Abril de 2020, de <https://static1.squarespace.com/static/584f6bbef5e23149e5522201/t/5e73a3034201be450121522a/1584636693702/Modified+SCA+Cupping+Protocol+Release+v1+SCA+Spanish+Translation.pdf>
- SCA (Specialty Coffee Association of America). (12 de Marzo de 2020). Specialty Coffee Association. (SCAA, Ed.) Recuperado el 25 de Abril de 2020, de <https://sca.coffee/about>

SCA (Specialty Coffee Association of America).. (21 de Noviembre de 2009). SCAA Protocols: Cupping Specialty Coffee. Protocolo, 7. (SCAA, Ed.) Recuperado el 25 de Abril de 2020, de <https://www.scaa.org/PDF/PR%20%20CUPPING%20PROTOCOLS%20V.21NOV2009A.pdf>

Zambrano-Flores, F., Loo-Solórzano, R., Plaza-Avellán, L., Jaimez-Arellano, R., Guerrero-Castillo, H., Casanova-Mendoza, T., . . . Rodríguez-Zamora, G. (2018). Relación entre productividad y calidad integral del grano en selecciones avanzadas de café robusta (*Coffea canephora*) en Ecuador. *Agrociencia* (52), 593-607. Recuperado el 27 de Abril de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952018000400593&script=sci_arttext&tlng=pt